

Turbine blade with cooling air baffle

Patent Number: ☐ EP1251243
Publication date: 2002-10-23
Inventor(s): BALLAND MORGAN LIONEL (FR); COULON SYLVIE (FR)
Applicant(s): SNECMA MOTEURS (FR)
Requested Patent: ☐ WO02086291
Application Number: EP20020290964 20020417
Priority Number(s): FR20010005289 20010419
IPC Classification: F01D5/08; F01D5/18; F01D5/30
EC Classification: F01D5/30B, F01D5/08C, F01D5/18
Equivalents: FR2823794
Cited Documents: WO9947792; US4178129; GB1605282; US4348157; US5403156; DE3835932; US4626169

Abstract

The invention relates to a blade (11) for a turbine, comprising a foot (13) enabling it to be protracted into a honeycomb element (14) of a disk (12) of said turbine, provided with an internal air cooling circuit comprising means for admitting air (15) disposed on the foot of the blade opposite the honeycomb element, and means for discharging air. The foot (13) of the blade is provided with means (20) for homogenizing the pressure and temperature of the cooling air entering the means for admitting air.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

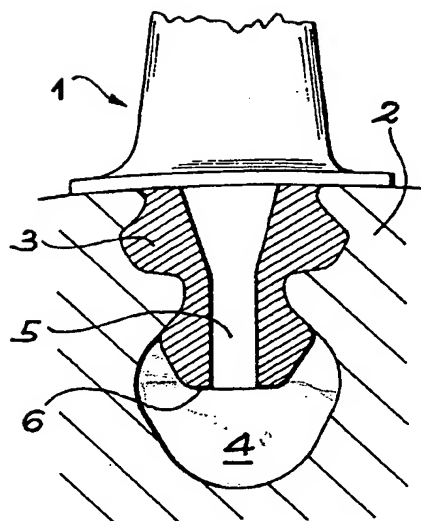


FIG. 1A

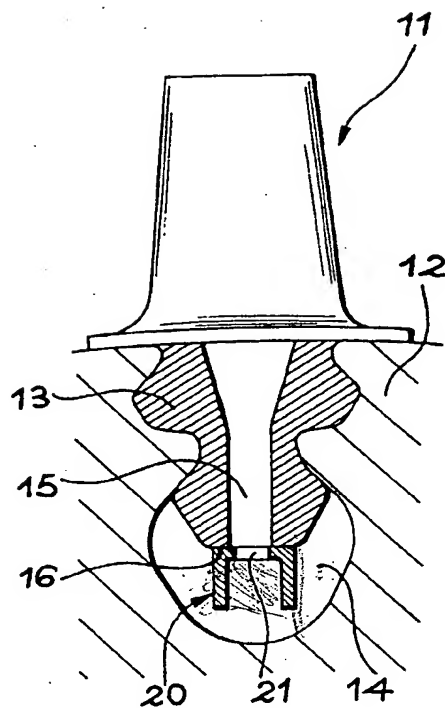


FIG. 2A

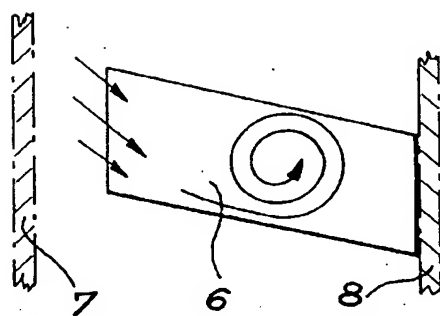


FIG. 1B

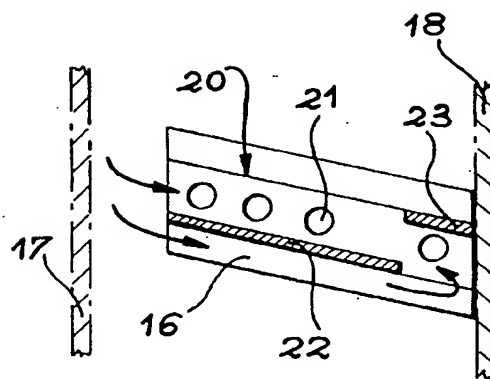


FIG. 2B

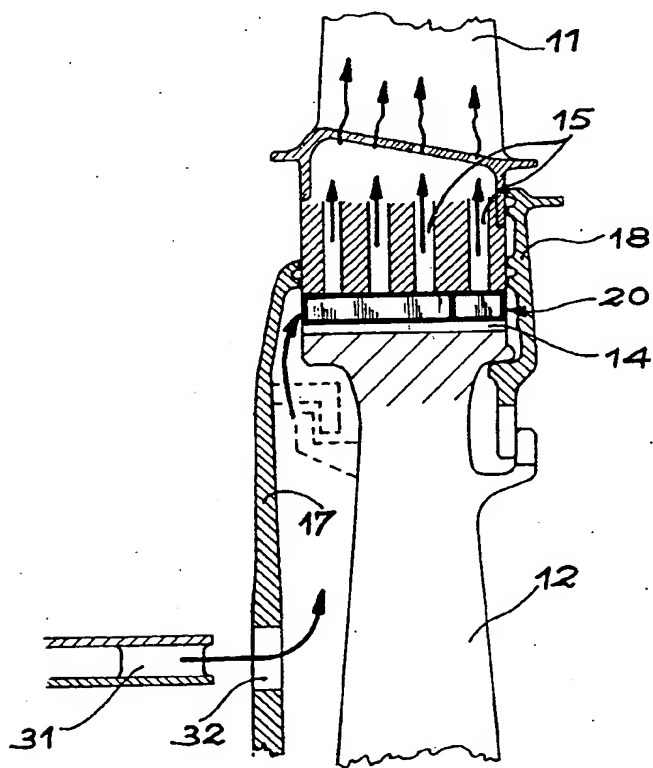
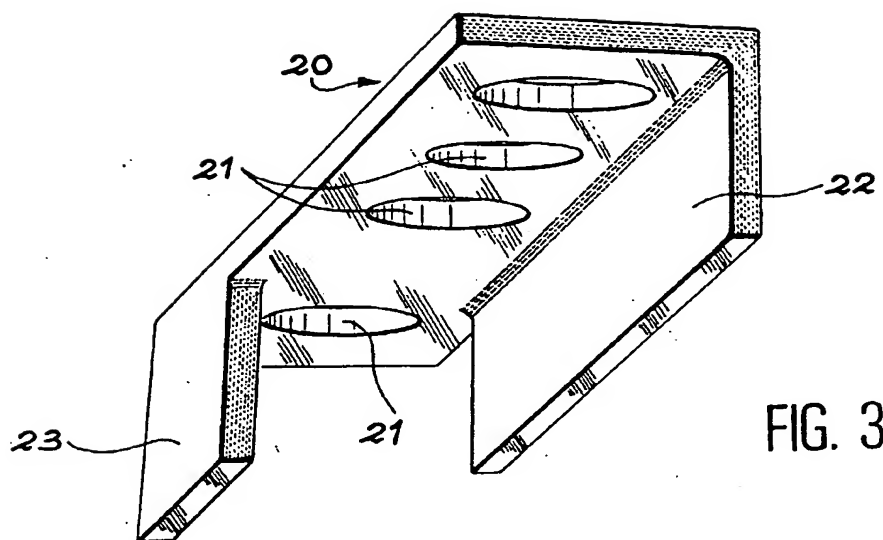


FIG. 5

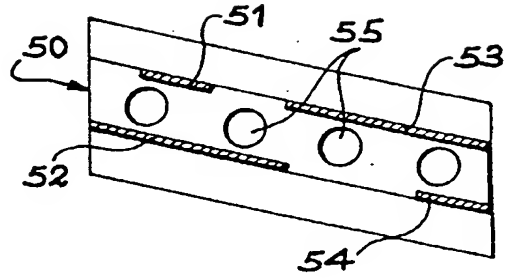
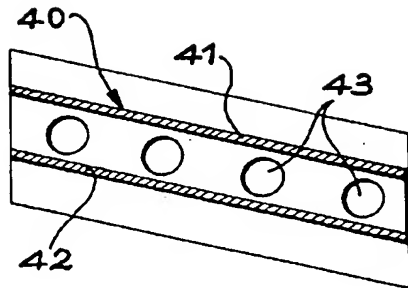


FIG. 6

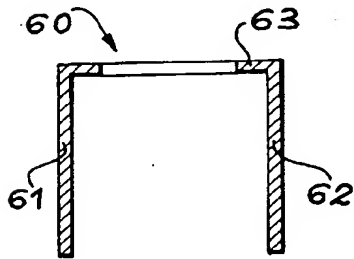


FIG. 7

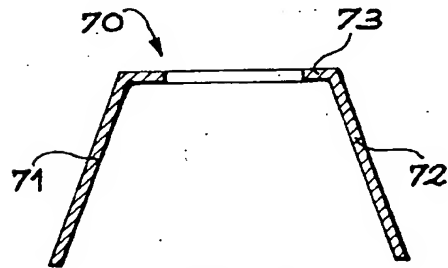


FIG. 8

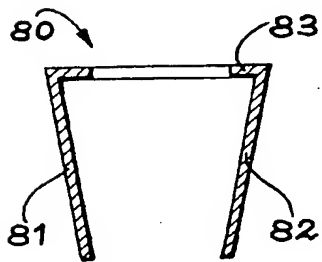


FIG. 9

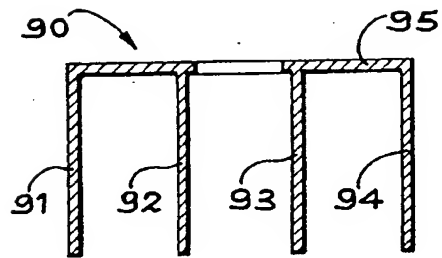


FIG. 10

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne une aube pour turbine, l'aube étant rapportée sur un disque de la turbine et étant refroidie par une circulation interne d'air.

Etat de la technique antérieure

[0002] Un étage de turbine axiale est composé d'une grille d'aubes fixes appelée distributeur et d'une grille d'aubes mobiles appelée roue. Il existe des roues monoblocs où aubes et disque forment une pièce unique. Il existe aussi des roues à aubes rapportées où aubes et disque sont assemblés mécaniquement, généralement par pieds de sapin.

[0003] Lorsque les roues fonctionnent sous une température élevée, il est nécessaire de refroidir les aubes. Ce refroidissement peut être effectué par de l'air prélevé par exemple à la sortie du compresseur et acheminé à l'intérieur des aubes à travers leur fixation au disque. L'air de refroidissement pénètre par le pied d'une aube pour ressortir par exemple par l'extrémité opposée et par l'une de ses faces.

[0004] La figure 1A est une vue partielle d'une aube 1 montée sur un disque 2, la vue étant représentée dans un plan perpendiculaire à l'axe de la turbine. Elle montre plus précisément le pied 3 de l'aube 1 en position dans une alvéole 4 du disque 2. Le pied est montré en coupe selon l'axe d'un canal 5 amenant l'air de refroidissement depuis le fond de l'alvéole 4 jusqu'au circuit de refroidissement interne et non représenté de l'aube. L'air de refroidissement circule dans l'alvéole 4 dans une direction perpendiculaire au plan de la figure. Dans l'exemple représenté, l'air est introduit par une extrémité de l'alvéole, correspondant à une face du disque dite face amont, et remonte dans le canal (ou les canaux) 5, l'autre extrémité de l'alvéole, correspondant à l'autre face du disque ou face aval, étant obturée.

[0005] L'air de refroidissement prélevé à la sortie du compresseur est injecté au travers d'un flasque plaqué contre la face amont du disque pour assurer l'étanchéité du circuit d'air. Pour ce faire, le flasque est souvent maintenu sur le disque par un système de crochets appelés crabots.

[0006] Les crochets assurent également une autre fonction. Ils donnent à l'air de refroidissement se dirigeant vers les alvéoles une vitesse de rotation égale à celle du rotor de la turbine. L'air de refroidissement arrive alors devant l'alvéole en tournant à la même vitesse qu'elle et entre à l'intérieur de l'alvéole sans effets secondaires.

[0007] Ces crochets ont cependant l'inconvénient d'être coûteux et d'avoir une relativement faible durée de vie. Il serait donc intéressant de pouvoir les supprimer. Cependant, des essais ont montré que le refroidissement des aubes de turbines est moins assuré lorsque ces crochets sont supprimés.

[0008] Le document WO-A-99 47792 divulgue une aube pour turbine, l'aube présentant un pied permettant de la rapporter dans une alvéole d'un disque de la turbine. L'aube possède un circuit interne de refroidissement par air comprenant des moyens d'entrée d'air situés sur le pied de l'aube et en regard de l'alvéole, et des moyens de sortie d'air. Le pied de l'aube est pourvu d'un dispositif permettant de canaliser l'air de refroidissement de l'aube. Ce dispositif permet également l'évacuation de l'air de refroidissement après son passage à l'intérieur de l'aube. Le dispositif assure la séparation des circuits d'air de refroidissement entrant dans l'aube et sortant de l'aube.

[0009] Le document GB-A-1 605 282 divulgue une aube pour turbine, l'aube présentant un pied permettant de la rapporter dans une alvéole d'un disque de la turbine. L'aube possède un circuit interne de refroidissement par air constitué par des canaux, comprenant des moyens d'entrée d'air situés sur le pied de l'aube et en regard de l'alvéole, et des moyens de sortie d'air situés en extrémité d'aube. Le pied de l'aube est pourvu d'un tube de refroidissement permettant d'amener l'air de refroidissement depuis le collecteur d'air d'aspiration jusqu'aux entrées d'air.

[0010] Le document US-A-4 348 157 divulgue une aube pour turbine, rapportée sur un disque au moyen d'un pied. L'aube possède un circuit interne de refroidissement par air comprenant un orifice d'entrée d'air. L'orifice d'entrée d'air n'est pas situé sur le pied de l'aube et en regard de l'alvéole de réception de ce pied mais dans la partie de liaison entre le pied et l'aube, c'est-à-dire dans la jambe. Des passages sont prévus pour amener l'air de refroidissement jusqu'aux entrées d'air des aubes. Ces passages peuvent comprendre des déflecteurs.

[0011] Le document US-A-4 178 129 divulgue un système de refroidissement d'aubes de turbine par circulation d'air. Chaque aube présente un pied permettant de la rapporter dans une alvéole d'un disque de la turbine. L'aube possède un circuit interne de refroidissement par air comprenant des moyens d'entrée d'air situés sur le pied de l'aube. L'air de refroidissement est envoyé soit dans une chambre d'alimentation en air de refroidissement dans laquelle débouche les canaux de refroidissement, soit directement dans le canal de bord d'attaque par l'intermédiaire d'un receveur de Pitot.

[0012] Concernant le document WO-A-99 47792 cité ci-dessus, l'air de refroidissement arrivant est amené par un dispositif en forme de tube communiquant avec les orifices des canaux de refroidissement. Le dispositif en forme de tube peut avoir des orifices de taille adaptée aux orifices des canaux ou des orifices correspondant pratiquement à la largeur de l'alvéole. Dans les deux cas, on ne peut éviter la formation d'un tourbillon.

[0013] Concernant le document GB-A-1 605 282 cité ci-dessus, il est prévu un tube de refroidissement d'air adapté à la largeur de l'alvéole. On ne peut donc éviter la formation d'un tourbillon.

[0014] Concernant le document US-A-4 348 157 cité ci-dessus, l'air arrive directement sur une face percée d'un trou, ce qui conduit à la même conclusion.

[0015] Concernant le document US-A-4 178 129 cité ci-dessus, l'air arrive soit directement dans un trou (par un receveur de Pitot), soit directement sur une face percée de trous, ce qui conduit à la même conclusion.

Exposé de l'invention

[0016] Il revient aux inventeurs de la présente invention d'avoir découvert la raison d'une moins grande efficacité du refroidissement lorsque les crochets ou crabots sont supprimés et d'avoir apporté une solution à ce problème.

[0017] La figure 1B permet d'illustrer le phénomène provoquant une perte d'efficacité du refroidissement des aubes. Cette figure est une vue de la face inférieure du pied 3 et portant la référence 6 sur la figure 1A. Le canal (ou les canaux) 5 n'a pas été représenté. Le flasque plaqué contre la face amont du disque est figuré sous la référence 7. Sous la référence 8 a été figuré un flasque d'obturation de l'alvéole, côté face aval du disque.

[0018] Les inventeurs sont arrivés à la conclusion que, quand l'air n'est plus guidé jusqu'à l'alvéole, l'air de refroidissement arrive dans l'alvéole avec une vitesse de rotation plus faible que lorsqu'il est guidé. L'air est alors écopé et tournoie dans l'alvéole en formant un tourbillon comme cela est figuré sur la figure 1B. Le centre de ce tourbillon (ou vortex) est un creux de pression très important qui est préjudiciable pour l'alimentation de l'aube en air de refroidissement.

[0019] La présente invention permet de remédier à ce problème chaque fois qu'il se présente dans une turbine.

[0020] Elle a pour objet une aube pour turbine, l'aube présentant un pied permettant de la rapporter dans une alvéole d'un disque de la turbine, l'aube possédant un circuit interne de refroidissement par air comprenant des moyens d'entrée d'air situés sur une face du pied de l'aube et en regard de ladite alvéole, et des moyens de sortie d'air, caractérisée en ce que ladite face du pied de l'aube est équipée d'un déflecteur comportant au moins une ailette permettant de canaliser l'air de refroidissement circulant dans le fond de l'alvéole pour régulariser l'écoulement d'air vers les moyens d'entrée d'air.

[0021] La présence d'un tel déflecteur sur la face du pied de l'aube où sont situés les moyens d'entrée d'air permet d'éviter la formation d'un tourbillon.

[0022] Le déflecteur peut faire partie intégrante de l'aube.

[0023] Le déflecteur peut être un élément rapporté sur le pied de l'aube et pourvu de moyens d'accès aux moyens d'entrée d'air. Les moyens d'accès peuvent comprendre au moins un trou calibré.

[0024] L'ailette peut être droite ou inclinée par rapport à l'axe général de l'aube.

[0025] Selon un mode de réalisation avantageux, le déflecteur comprend au moins une ailette permettant de canaliser l'air de refroidissement pénétrant dans l'alvéole et au moins une ailette permettant de canaliser de l'air refoulé vers le centre de l'alvéole.

Brève description des dessins

[0026] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

la figure 1A, déjà décrite, est une vue partielle d'une aube pour turbine, montée sur un disque, selon l'art connu,
la figure 1B, déjà décrite, est une vue de la face inférieure d'un pied d'aube pour turbine, selon l'art connu,
la figure 2A est une vue d'une aube pour turbine, montée sur un disque, selon l'invention,
la figure 2B est une vue de la face inférieure d'un pied d'aube pour turbine, selon l'invention,
la figure 3 est une vue en perspective d'un déflecteur utilisé par la présente invention,
la figure 4 est une vue partielle en coupe d'une turbine équipée d'une aube selon l'invention
les figures 5 et 6 sont des vues de dessous de déflecteurs utilisables par la présente invention,
les figures 7 à 10 sont des vues transversales et en coupe de différents déflecteurs utilisables par la présente invention.

Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

[0027] La figure 2A est une vue d'une aube 11 selon l'invention et montée sur un disque 12, la vue étant représentée dans un plan perpendiculaire à l'axe de la turbine comme pour la figure 1A. Le pied 13 de l'aube 11 est en position dans une alvéole 14 du disque 12. Le pied est montré en coupe selon l'axe d'un canal 15 amenant l'air de refroidissement depuis le fond de l'alvéole 14 jusqu'au circuit de refroidissement interne et non représenté de l'aube. La circulation de l'air dans l'alvéole se fait comme cela est décrit précédemment pour la figure 1A.

[0028] A la différence de l'aube décrite dans la figure 1A, l'aube de la figure 2A est équipée d'un déflecteur 20 solidaire de la face inférieure 16 du pied d'aube. Le déflecteur 20 comporte des ailettes permettant de canaliser l'air de refroidissement circulant dans le fond de l'alvéole 14. La figure 2A montre que le déflecteur présente un trou 18 en correspondance avec le canal 15 et servant de moyens d'accès au canal pour l'air de refroidissement. Ce trou peut être un trou calibré dont la réalisation est aisée à obtenir sur une pièce telle qu'un déflecteur rapporté.

[0029] La figure 2B, correspondant à la figure 1B pour l'art antérieur, montre par des flèches de quelle manière est canalisé l'air de refroidissement au fond de l'alvéole, entre les flasques 17 et 18 du disque 12. Sur cette figure, le déflecteur est équipé de deux ailettes 22 et 23 situées de part et d'autre de l'axe d'alignement des trous 21. Les ailettes sont agencées de façon à former une espèce de chicane. On peut remarquer également que le déflecteur représenté possède quatre trous pour le passage de l'air de refroidissement.

[0030] La présence d'un déflecteur en face inférieure du pied de l'aube permet d'éviter la formation d'un tourbillon et la manifestation d'un creux de pression.

[0031] Le déflecteur peut être une pièce rapportée par soudage ou brasage sur le pied d'aube. En variante, le déflecteur peut faire partie intégrante de l'aube.

[0032] La figure 3 est une vue en perspective du déflecteur 20 mentionné précédemment. Cette figure permet de mieux voir les ailettes 22 et 23 ainsi que les trous 21.

[0033] La figure 4 est une vue partielle en coupe d'une turbine équipée d'une aube selon l'invention. La figure 4 montre une aube 11 équipée d'un déflecteur 20 et montée dans une alvéole 14 du disque 12. Cette figure permet de voir également le flasque 17 plaqué contre la face amont du disque 12 et le flasque 18 d'obturation de l'alvéole.

[0034] L'air de refroidissement est prélevé en fond de chambre et accéléré à travers une série d'injecteurs tel que l'injecteur 31. Cet air passe ensuite au travers de trous, tels que le trou 32, percés sur le flasque 17 et remonte vers les fonds des alvéoles comme cela est indiqué par des flèches sur la figure 4. En traits interrompus, on a représenté les crochets ou crabots que l'invention permet de supprimer.

[0035] Les figures 5 et 6 montrent, en position sur la face inférieure d'un pied d'aube, d'autres formes de déflecteurs utilisables par la présente invention.

[0036] Sur la figure 5, le déflecteur 40 comporte deux ailettes 41 et 42 présentes sur toute la longueur du déflecteur. Des trous 43 d'accès aux canaux des aubes sont également représentés.

[0037] Sur la figure 6, le déflecteur 50 comporte une première série d'ailettes 51 et 53, situées d'un côté du déflecteur, et une deuxième série d'ailettes 52 et 54, situées de l'autre côté du déflecteur. Les ailettes sont agencées pour former des chicanes. Des trous 55 d'accès aux canaux des aubes sont également représentés.

[0038] Le déflecteur peut aussi comporter une ou plusieurs ailettes de forme incurvée et permettant un guidage de l'air de refroidissement selon un trajet plus évolutif.

[0039] Les figures 7 à 10 donnent, à titre d'exemples, d'autres formes de déflecteurs utilisables par la présente invention. Toutes ces vues sont des représentations en coupe transversale effectuée selon un trou de passage de l'air de refroidissement.

[0040] Le déflecteur 60 de la figure 7 est en forme de rail. Il comporte des ailettes 61 et 62 disposées à angle droit par rapport à la face d'appui 63 du déflecteur sur le pied d'aube. Les ailettes 61 et 62 peuvent courir toute la longueur du déflecteur ou être interrompues pour former des chicanes.

[0041] Il en va de même pour les déflecteurs 70, 80 et 90 représentés respectivement aux figures 8, 9 et 10. Le déflecteur 70 comporte des ailettes 71 et 72 qui vont en s'évasant par rapport à la face d'appui 73 du déflecteur sur le pied d'aube. Le déflecteur 80 comporte des ailettes 81 et 82 qui vont en se rapprochant par rapport à la face d'appui 83 du déflecteur sur le pied d'aube. Le déflecteur 90 comprend quatre ailettes parallèles 91, 92, 93 et 94 disposées à angle droit par rapport à la face d'appui 95 du déflecteur sur le pied d'aube.

[0042] L'invention permet d'obtenir un gain de pression statique au centre de l'alvéole qui comble à environ 75% le creux de pression existant sans l'aménagement apporté. Cette amélioration de l'alimentation de l'aube en air de refroidissement permet de réduire la température moyenne de l'aube suivant les conditions de fonctionnement et d'augmenter en conséquence sa durée de vie.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

1. Aube (11) pour turbine, l'aube présentant un pied (13) permettant de la rapporter dans une alvéole (14) d'un disque (12) de la turbine, l'aube possédant un circuit interne de refroidissement par air comprenant des moyens d'entrée d'air (15) situés sur une face du pied de l'aube et en regard de ladite alvéole, et des moyens de sortie d'air, caractérisée en ce que ladite face du pied de l'aube est équipée d'un déflecteur (20) comportant au moins une ailette (22, 23) permettant de canaliser l'air de refroidissement circulant dans le fond de l'alvéole pour régulariser l'écoulement d'air vers les moyens d'entrée d'air (15).

2. Aube pour turbine selon la revendication 1, caractérisée en ce que le déflecteur fait partie intégrante de l'aube.

3. Aube pour turbine selon la revendication 1, caractérisée en ce que le déflecteur (20) est un élément rapporté sur le pied (13) de l'aube (11) et pourvu de moyens d'accès (21) aux moyens d'entrée d'air (15).

4. Aube pour turbine selon la revendication 3, caractérisée en ce que les moyens d'accès (21) comprennent au moins un trou calibré.

5. Aube pour turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que ladite ailette (22, 23) est droite ou inclinée par rapport à l'axe général de l'aube.

6. Aube pour turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le déflecteur (20) comprend au moins une ailette (22) permettant de canaliser l'air de refroidissement pénétrant dans l'alvéole et au moins une ailette (23) permettant de canaliser de l'air refoulé vers le centre de l'alvéole.

7. Aube pour turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le déflecteur comprend au moins une ailette incurvée.